

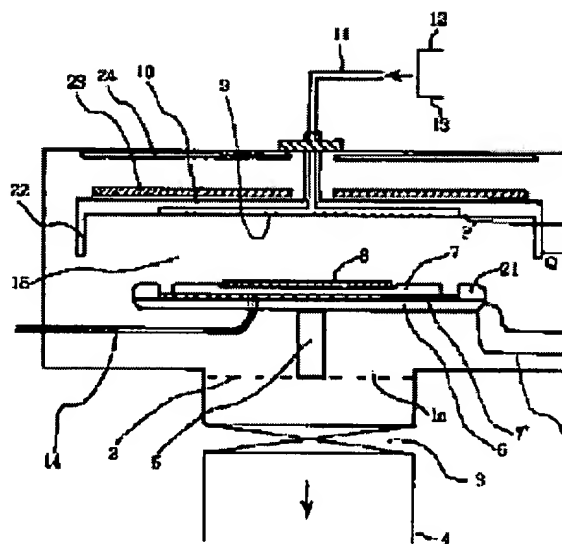
## PRODUCTION OF SILICON DIOXIDE COATING

**Patent number:** JP10310866  
**Publication date:** 1998-11-24  
**Inventor:** EJIMA MASAKI; MAKIKAWA SHINJI; KONISHI SHIGERU; KAMIYA KAZUO  
**Applicant:** SHIN ETSU CHEM CO LTD  
**Classification:**  
 - international: C23C16/42; C23C16/50; G02B6/13; H01L21/31; H01L21/316  
 - european:  
**Application number:** JP19970137890 19970512  
**Priority number(s):**

### Abstract of JP10310866

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To suppress the formation of powdery SiO<sub>2</sub> and to obtain dense SiO<sub>2</sub> coating of high quality by heating a coating forming substrate arranged on a high frequency applied cathode to a specified temp. or above, furthermore holding the temp. of the part in the vicinity of a gas cracking reaction region to be formed in the upper direction of the substrate to the one higher than the substrate temp. and executing coating formation.

**SOLUTION:** With a substrate supporting stand 7 connected to a feeder 14 as a high frequency applied electrode, a coating forming substrate 8 arranged thereon is heated to  $\geq 200$  deg.C. The part in the vicinity of a gas cracking reaction region 15 to be formed in the upper direction of the coating forming substrate 8, particularly, a gas shower head 10 and the vicinity thereof are held to a temp. higher than the substrate temp., preferably, to the one higher by 30 to 200 deg.C with an annular heater 23, and coating formation of SiO<sub>2</sub> is executed. The gas shower head 10 is formed to large size in a state in which the outer circumferential edge thereof extends to the direction of the outside, and moreover, the lower face outer circumferential edge part thereof is projectingly provided with a gas flow controlling cylinder 22. In this way, the gas flow in the vicinity of the projectingly provided part is formed into the laminar flow, and furthermore, the proceeding of the gas flow toward the side wall of the chamber 1 is prevented.





(2)

特開平10-310866

1

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 プラズマCVD法により成膜基板上に透明 $\text{SiO}_2$ 薄膜を形成するに際し、高周波印加陰極上に配置した成膜基板を $200^\circ\text{C}$ 以上に加熱すると共に、上記基板の上方に形成されるガス分解反応領域近傍部位の温度を上記成膜基板温度より高温に維持して $\text{SiO}_2$ の成膜を行うようにしたことを特徴とする $\text{SiO}_2$ 膜の製造方法。

【請求項2】 上記ガス分解反応領域近傍部位の温度を上記成膜基板温度より $30\sim 200^\circ\text{C}$ 高い温度に維持した請求項1記載の製造方法。

【請求項3】 真空チャンバー内に設けた電極支持台にヒーターを埋設すると共に、この電極支持台上に絶縁板を介して基板支持台を配設し、この基板支持台の外側方にガス流制御リングを配設し、上記基板支持台上に成膜基板を載置すると共に、上記基板支持台に対向してその上方に $\text{SiO}_2$ 膜形成用有機ケイ素化合物ガスと酸素ガスを供給するガスシャワーヘッドを配設し、このガスシャワーヘッドの背後にヒーターを配設してなり、上記基板支持台を高周波電源と接続してこの基板支持台を陰極とし、上記ガスシャワーヘッドとの間にプラズマによるガス分解反応領域を形成して、上記基板上に透明 $\text{SiO}_2$ 薄膜を形成するプラズマCVD法による $\text{SiO}_2$ 膜の製造装置を用いた請求項1又は2記載の製造方法。

【請求項4】 上記ガス流制御リングを電極支持台上面の外周縁部上にその外周面を電極支持台外周面と一致させて配設した請求項3記載の製造方法。

【請求項5】 上記ガスシャワーヘッドの背後に配設されたヒーターの背後に更にリフレクターを配設した請求項3又は4記載の製造方法。

## 【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、LSIや光導波路などに用いられる透明性が高く緻密な $\text{SiO}_2$ 膜を成膜基板上に簡単に成膜することができるプラズマCVD法による $\text{SiO}_2$ 膜の製造方法に関する。

【0002】

【従来の技術及び発明が解決しようとする課題】透明 $\text{SiO}_2$ ガラス膜は、LSI分野において層間絶縁膜として有効であり、また光導波路においては、石英ファイバーとの接合性が良好であることから、シリコン基板上に成膜した $\text{SiO}_2$ 膜がよく用いられている。この $\text{SiO}_2$ 膜の形成されたシリコン基板を得る方法としては、従来、下記(1)～(4)の方法が知られている。

(1) シラン( $\text{SiH}_4$ )ガスと酸素( $\text{O}_2$ )ガスとをプラズマ分解して成膜基板(シリコン基板)上に成膜させるプラズマCVD法。

(2)  $\text{Si}$ 又は $\text{SiO}_2$ 固体粒に対して酸素ガス雰囲気中で電子ビームを照射し、その衝撃で蒸発させることにより成膜基板上に成膜する電子ビーム蒸着法。

(3) テトラエトキシシラン( $\text{Si}(\text{OC}_2\text{H}_5)_4$ )

(以下、TEOSという)とオゾン( $\text{O}_3$ )とを高温下で熱分解することにより成膜基板上に成膜するCVD法。

(4) TEOSと酸素( $\text{O}_2$ )ガスとを原料とし、プラズマ分解して成膜基板上に成膜するプラズマCVD法。

【0003】これら成膜法のうち、(4)のTEOSを用いる方法は、(1)～(3)の方法と比べて低温で容易に良質の膜を得ることができることから、近年より盛んに研究・改良がなされており、LSIや光導波路などの生産にも利用されている。

【0004】ここで、(4)のTEOSを用いたプラズマCVD法による $\text{SiO}_2$ 膜の成膜は、従来、図2、3に示すような構成の装置を用いて行われていた。

【0005】即ち、図2、3において1は真空チャンバーであり、この真空チャンバー1には排気口1aが設けられており、この排気口1aに排気ポート金網2が配設されていると共に、ゲートバルブ3を介して排気管4が接続され、この排気管4は真空ポンプ(図示せず)に連結されている。上記真空チャンバー1内には、電極支持棒5が設けられ、この支持棒5上に電極支持台6が配設されていると共に、この支持台6上に電極板(基板支持台)7が配設され、その上にシリコンウエハー基板(成膜基板)8が載置されるようになってる。なお、図3においては、電極支持台6と基板支持台7との間に石英円盤7'が介装されている。また、チャンバー1内には、上記基板支持台7と所定間隔離間対向して $0.5\text{mm}$ 程度程度のガス吹き出し小孔9が多数形成された円盤状ガスシャワーヘッド(電極)10が配設されている。このガスシャワーヘッド10には、ガス供給主管11の一端が上記チャンバー1の壁部を気密に貫通して連結しており、このガス供給主管11の他端には、それぞれTEOS液体を収容するバブラー容器(図示せず)に連結するTEOSガス供給ライン12と酸素ガスポンプ(図示せず)に連結する酸素ガス供給ライン13とが連結されている。

【0006】14は、高周波RF電源(図示せず)に接続された高周波RF給電線で、この給電線14は、図2においてはガス供給主管11に接続され、これによって上記ガスシャワーヘッド10を陰極とし、図3においては電極板7に接続され、これを陰極とするようになっている。

【0007】上記装置を用いて $\text{SiO}_2$ 膜を形成する場合は、まずTEOS液体を入れたバブラー容器にキャリアガス(例えばアルゴン $\text{Ar}$ ガス)を通して気化させたTEOS原料をTEOSガス供給ライン12から供給するバブリング法、或いは密閉容器中にTEOS液体を例えば $60^\circ\text{C}$ に加熱して気化させてTEOS原料をTEOSガス供給ライン12から供給するベーキング法で、ガスシャワーヘッド10のガス吹き出し小孔9より真空

(3)

特開平10-310866

3

チャンバー1内にTEOS原料を供給すると共に、酸素ガスを酸素ガス供給ライン13より真空チャンバー1内に供給し、図2の装置では、ガスシャワーヘッド10で構成する上部電極に高周波電力を高周波RF給電線14から印加し、ガスシャワーヘッド10と基板支持台7との間のガス分解反応領域15に発生したプラズマでTEOSガス、 $O_2$ ガスを分解し、 $SiO_2$ を基板8上へ成膜させる。なお、TEOSガス、 $O_2$ ガスのプラズマ分解の結果生成される $CO_2$ や $H_2O$ は真空ポンプで排気し、排気管4より系外に排出される。一方、図3の装置では、高周波RF電力を給電線14から基板支持台7に印加し、これを陰極とすることで陰極前面に形成されるプラズマシース中の電圧降下でプラズマイオンを加速させて成膜面にイオン衝撃を与え、緻密な $SiO_2$ 膜を形成させるものである。

【0008】しかし、上記装置を用いた $SiO_2$ 膜の形成方法は、基板8上に良好な透明 $SiO_2$ 膜は得られるものの、反応領域15の近傍部位、即ちガスシャワーヘッド10、基板支持台7の側面や底面、更にはこれらの近くの真空チャンバー1の壁面などにおいても $SiO_2$ が形成され、通常これは粉末状で付着することが多いという欠点がある。この $SiO_2$ 粉末は容易に剥離して真空チャンバー1内を汚染し、良好に成膜されている基板8上にも付着してダメージを与え、ひいては歩留まりも大きく低下する。

【0009】従って、本発明は、上記粉末状の $SiO_2$ の生成を抑制し、ダストの発生も抑制されて成膜基板が汚染されることなく、良質の緻密な $SiO_2$ 膜を成膜基板上に得ることができる $SiO_2$ 膜の製造方法を提供することを目的とする。

【0010】

【課題を解決するための手段】本発明者らは、上記目的を達成するため鋭意検討を行った結果、 $SiO_2$ 膜の成膜速度は基板温度に大きく依存することを見出し、この基板温度依存性をうまく利用することで粉末状 $SiO_2$ の形成を抑制できることを知見した。

【0011】この点について、 $SiO_2$ 膜の成膜速度とその基板温度依存性を実験例により更に詳述する。

実験1

図2の装置構成において、基板支持台7に埋め込まれたヒーターでシリコンウエハー基板8を加熱し、TEOSガスは60℃のバブラーから流量6ccmのアルゴンArキャリアーガスでライン12からガスシャワーヘッド10へ供給し、流量80ccmの酸素 $O_2$ ガスも同時にライン13からガスシャワーヘッド10に供給した。チャンバー1内のガス圧はゲートバルブ4の開閉量を調整して0.5 Torrに設定した。13.56MHzの高周波RF電力を100Wに設定してガスシャワーヘッド10側に給電線14から印加してガスシャワーヘッド10を陰極としてプラズマを励起し、TEOSガス、酸素

4

$O_2$ ガス、アルゴンArガスをプラズマ分解して $SiO_2$ をシリコン基板8上に4~11 $\mu$ m厚まで成膜した。基板ヒーターの通電電流を変えて基板温度を変え、 $SiO_2$ を成膜したときの成膜速度を測定した。結果を図4に丸印で示す。ここで、基板温度は基板支持台7の側面の小孔に差し込んだ熱電対16で測定した。なお、17はヒーター給電線を示す。

【0012】実験2

一方、図3の装置構成において、高周波RF電力100Wを基板側に給電線14から印加して成膜基板側を陰極として同様に $SiO_2$ 膜の成膜速度を測定した。結果を図4に三角印で示す。実験条件は高周波電力印加位置以外は全て上記実験1の場合と同じである。なお、高周波RF電力印加での整合条件は実験1と実験2では異なっていたが、反射波電力は両実験とも約5Wで、入射波電力を105Wとして投入電力は両実験とも100Wとした。

【0013】図4から明らかなように、ガスシャワーヘッド側を陰極とした場合（丸印のデータ）も基板側を陰極とした場合（三角印のデータ）も基板温度が高くなると成膜速度は低下する。なお、図中、基板温度100℃のときシリコン基板上に部分的に透明膜ではなく粉末状に近い膜が得られた。

【0014】次に、これらの実験1及び実験2の成膜試料を高温炉に入れてアルゴンArガスと酸素 $O_2$ ガスの雰囲気（比率は1:1）で700℃で2時間アニールを行い、赤外分光（FTIR）測定を行ったところ、 $Si-OH$ 及び $Si-H$ スペクトルが除去できている試料と除去できていない試料があった。図4の黒丸及び黒三角印のデータはこれらのスペクトルが残留したもので、 $SiO_2$ 膜に酸素及び水素が取り込まれており、白丸及び白三角印のデータ点ではこれらが除去された純粋の $SiO_2$ であることが判った。即ち、基板側を高周波印加の陰極とした場合（三角印）は、基板温度200℃以上でアニール後に良質な膜（白三角印のデータ）が得られ、ガスシャワーヘッド側を高周波印加の陰極とした場合（丸印）は、基板温度が350℃以上でアニール後に良好な膜（白丸印のデータ）が得られた。

【0015】両実験とも粉末状 $SiO_2$ が反応領域のまわり、特にガスシャワーヘッド10の側面、底面と上面、下部電極（7、7'、6）の側面と底面、下部電極支持棒5及び排気ポート金網2上に多く発生して付着し、更に真空チャンバー1壁にも薄く付着しているのが見られた。この粉末状 $SiO_2$ の付着は下部電極（7、7'、6）のコーナーの部分や熱電対16の差し込み部等のガス流に乱流が発生し易い部位近傍に特に多く観察された。ガスシャワーヘッド10への粉末状 $SiO_2$ 付着は、実験2（図3の構成）の場合が実験1（図2の構成）の場合より多く見られた。

【0016】これらの実験結果から判明したことは、緻

(4)

特開平10-310866

5

密な $\text{SiO}_2$ 膜を得るには、まず基板温度を高くすることが必要で、基板側に高周波RFを印加イオン衝撃を加えれば $\text{SiO}_2$ 膜は更に良質になる。また、ダストの原因となる粉末状 $\text{SiO}_2$ はガス流が乱流を形成し易い部位及び温度が低い部位で生成される。即ち、図4のデータに基づけば、高周波RFを基板側電極に印加し、基板温度は $200^\circ\text{C}$ （図4の点Aのデータ）以上とし、上部電極、下部電極及びそのまわりの構成はガス流が乱流を形成せず層流となるようにして、更に反応領域近傍の部位を高温にたとえば図4の点Bの温度（ $350^\circ\text{C}$ ）以上

に維持すれば、これらの部位では $\text{SiO}_2$ の付着速度は極度に小さく、粉末状ではなく良質の $\text{SiO}_2$ 膜が微量付着するだけで、良質で緻密な $\text{SiO}_2$ 膜が成膜基板上に早い成膜速度で成膜されることになることが認められた。

【0017】従って、以上の結果より、ダストフリーの環境で緻密な良質の $\text{SiO}_2$ 膜を作製するための指針として、

- (1) 成膜基板側に高周波RFを印加すること
- (2) 基板温度は $200^\circ\text{C}$ 以上とすること
- (3) 電極及びそのまわりの構成はガス流に乱流が発生せず層流となるような構成とすること
- (4) 反応領域近傍の部位の温度を基板温度より高く維持すること

が有効であること、特に(4)の方法が粉末状 $\text{SiO}_2$ の生成抑制の点から有効であることが認められた。

【0018】本発明は上記知見に基づいてなされたもので、下記の $\text{SiO}_2$ 膜の製造方法を提供する。

〔I〕プラズマCVD法により成膜基板上に透明 $\text{SiO}_2$ 薄膜を形成するに際し、高周波印加陰極上に配置した成膜基板を $200^\circ\text{C}$ 以上に加熱すると共に、上記基板の上方に形成されるガス分解反応領域近傍部位の温度を上記成膜基板温度より高温、好ましくは $30\sim 200^\circ\text{C}$ の高い温度に維持して $\text{SiO}_2$ の成膜を行うようにしたことを特徴とする $\text{SiO}_2$ 膜の製造方法。

【0019】この場合、この方法の実施には、下記の装置を用いることが好ましい。

〔II〕真空チャンバー内に設けた電極支持台上に絶縁板を介して基板支持台を配設し、この基板支持台上に成膜基板を載置すると共に、上記基板支持台に対向してその上方に $\text{SiO}_2$ 膜形成用有機ケイ素化合物ガスと酸素ガスとを供給するガスシャワーヘッドを配設し、上記基板支持台を高周波電源と接続してこの基板支持台を陰極とし、上記ガスシャワーヘッドとの間にプラズマによるガス分解反応領域を形成して、上記基板上に透明 $\text{SiO}_2$ 薄膜を形成するプラズマCVD法による $\text{SiO}_2$ 膜の製造装置において、上記基板支持台の外側方にガス流制御リングを配設すると共に、上記ガスシャワーヘッドの外側方にガス流制御円筒を配設し、かつ上記基板支持台にヒーターを埋設すると共に、上記ガスシャワーヘッドの

6

背後にヒーターを配設したことを特徴とする $\text{SiO}_2$ 膜の製造装置。

【0020】ここで、上記ガス流制御リングが電極支持台上面の外周縁部にその外周面を電極支持台外周面と一致させて配設すること、また、上記ガスシャワーヘッドの背後に配設されたヒーターの背後に更にリフレクターを配設することが好適である。

【0021】本発明によれば、以上の構成により、粉末状 $\text{SiO}_2$ の生成は抑制され、従ってダストも抑制され成膜基板が汚染されることなく良質の緻密な $\text{SiO}_2$ 膜が成膜基板上に得られる。

【0022】

【発明の実施の形態及び実施例】本発明に係る透明 $\text{SiO}_2$ 薄膜の製造方法は、プラズマCVD法によって行うもので、この場合、成膜基板は高周波印加陰極上に配置し、この基板を $200^\circ\text{C}$ 以上、より好ましくは $200\sim 450^\circ\text{C}$ 、更に好ましくは $250\sim 300^\circ\text{C}$ に加熱すると共に、この基板上方に形成されるガス分解反応領域近傍部位、特にガスシャワーヘッド及びその近傍を上記基板温度より高温、より好ましくは $30\sim 200^\circ\text{C}$ 高い温度、更に好ましくは $50\sim 150^\circ\text{C}$ 高い温度に維持して $\text{SiO}_2$ の成膜を行うものであり、それ以外は公知のプラズマCVD法による $\text{SiO}_2$ 膜形成の常法を採用し得、また装置としては、後述する図1に示すような装置が好適に用いられるが、公知の装置を用いて実施することができる。

【0023】なお、 $\text{SiO}_2$ 膜の製造原料も公知のものでよく、シランやアルコキシシラン、特にトリ低級アルコキシシラン、テトラ低級アルコキシシラン、好ましくはテトラエトキシシラン（TEOS）、トリエトキシシラン等やその他の有機ケイ素化合物原料、それに酸素ガスを用いることができ、必要によりアルゴン等をキャリアガスとして用いることができる。この場合、本発明の $\text{SiO}_2$ 膜の製造方法にあつては、更に $\text{SiO}_2$ に他の元素（例えばGe, P, B等）をドーピングし得る化合物を用いてこれら元素を $\text{SiO}_2$ にドーピングさせることもできる。

【0024】上述したように、上記方法は図1に示す装置を用いて行うことが好適である。以下、この図1の装置について説明する。なお、図1において、図2、3に示した装置と同一構成部品については同一の参照符号を付し、その説明を省略する。

【0025】この図1に示す装置において、電極支持台6は円板状であり、その上面に石英円盤等の絶縁板7'を介して円板状の基板支持台7が設けられており、高周波RF給電線14の一端が上記電極支持台6及び絶縁板7'を貫通して基板支持台7に接続し、この基板支持台7を高周波印加電極として構成している。

【0026】上記絶縁板7'及び基板支持台7は、上記電極支持台6より若干小径に形成され、これら絶縁板

(5)

特開平10-310866

7

8

7'及び基板支持台7の外側方に存して上記電極支持台6の上面外周縁部には、ガス流制御リング21が、その外周面を電極支持台6の外周面と一致させて段差が生じないように配設され、これによって基板支持台7の外側方に反応領域15からのガス流による乱流が生じず、陰極側方におけるガス流が層流となるようになっている。この場合、この部位におけるガス流を層流とすることをより確保するため、上記リング21の上端外周縁及び電極支持台6の下端外周縁は縁取りされている。なお、上記リング21は、基板支持台7とは離間されて導通しておらず、アース電位にある。

【0027】また、ガスシャワーヘッド10は、図2、3の場合よりもその外周縁が外側方に延出された状態で大径に形成されていると共に、このガスシャワーヘッド10の下面外周縁部には、ガス流制御円筒22が突設され、これによりこの円筒22の突設部近傍のガス流を層流とし、かつガス流がチャンバー1の側壁に向うことを防止したものである。

【0028】更に、上記ガスシャワーヘッド10の背後（上方）には、円環状ヒーター23が配設され、その背後（上方）にチャンバー1の天井壁近傍に存してリフレクター24を配置したものである。このヒーター23の配設によりガスシャワーヘッド10及びその近傍を上記基板支持台7上に配置される成膜基板8の温度より高温に維持できるようになっており、リフレクター24は円環状ヒーター23によるガスシャワーヘッド10の加熱効率を高めることができる。

【0029】次に、上記装置を利用した実施例、比較例を示す。

〔実施例〕図1示す装置において、基板支持台7に埋設したヒーターにより基板を加熱して200℃に保持し、また円環状ヒーター23によりガスシャワーヘッド10を加熱して図1において点Pの位置で380℃とした。このときの点Qの位置では320℃であった。なお、図中25、26はそれぞれ熱電対である。

【0030】次いで、供給ガス、ガス流量、チャンバー内ガス圧、高周波印加電力等は前記実験1及び実験2と同じ条件として実験を行った。結果を図4に白星印で示す。その結果、成膜速度は560Å/minと実験1よりも早かった（図4の点C）。この成膜試料を前記実験1及び実験2と同じ条件でアニールを行ったところ、赤外分光（FTIR）測定でSi-OH及びSi-Hスペクトルは見られず、酸素や水素の取り込みのない良質の緻密なSiO<sub>2</sub>膜が得られていることが判った。粉末状SiO<sub>2</sub>は排気ポートの金網上には実験1及び実験2より少ないがその付着は見られた。しかし、成膜基板を汚染し易い電極近傍では全く見られなかった。

【0031】〔比較例〕図1の装置において、上部の円環状ヒーター23の電源をオフとしてガスシャワーヘッド10を加熱しないで、他の条件は全て同一として成膜

実験を行った。結果を図4に黒星印で示す。成膜速度は前記実験1及び実験2の中間位で上記実施例の実験の場合よりも遅かった（図4の点D）。成膜中の基板8の温度は200℃で、ガスシャワーヘッド10の側面の点Pにおける温度は160℃、点Qにおける温度は125℃であった。次に、同じアニール条件でアニールしたところ、この場合赤外分光（FTIR）測定でSi-OH及びSi-Hスペクトルが見られた。また、粉末状SiO<sub>2</sub>はガスシャワーヘッド10上では全く見られなかったが、下部陰極のガス流制御リング21の外周部、電極支持台6の側面と底面、電極支持棒5及び排気ポート金網2上に実験1及び実験2より少ないけれど観測された。この実験により、上記実施例で説明した基板よりも反応領域近傍部位、特にガスシャワーヘッドやガス流制御円筒を高温にすることの効果が非常に顕著であることが確認された。

【0032】

【発明の効果】本発明によれば、電極近傍部位における粉末状SiO<sub>2</sub>の生成は抑制され、成膜基板上的SiO<sub>2</sub>膜は汚染されることなく緻密で良質なSiO<sub>2</sub>膜を得ることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明のSiO<sub>2</sub>膜製造装置の一例を示す概略断面図である。

【図2】従来のSiO<sub>2</sub>膜製造装置の一例を示す概略断面図である。

【図3】従来のSiO<sub>2</sub>膜製造装置の他の例を示す概略断面図である。

【図4】基板温度と成膜速度との関係を示すグラフである。

【符号の説明】

- 1 真空チャンバー
- 1a 排気口
- 2 排気ポート金網
- 3 ゲートバルブ
- 4 排気管
- 5 電極支持棒
- 6 電極支持台
- 7 電極板（基板支持台）
- 7' 石英円盤
- 8 シリコンウエハー基板（成膜基板）
- 9 ガス吹き出し小孔
- 10 ガスシャワーヘッド（電極）
- 11 ガス供給主管
- 12 ガス供給ライン
- 13 酸素ガス供給ライン
- 14 給電線
- 15 ガス分解反応領域
- 16 熱電対
- 17 ヒーター給電線

(6)

特開平10-310866

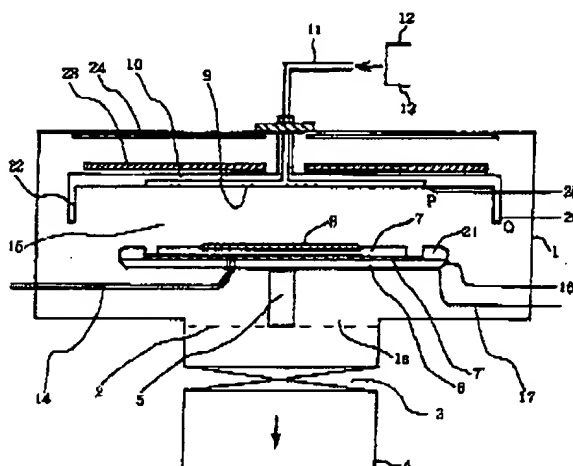
9

10

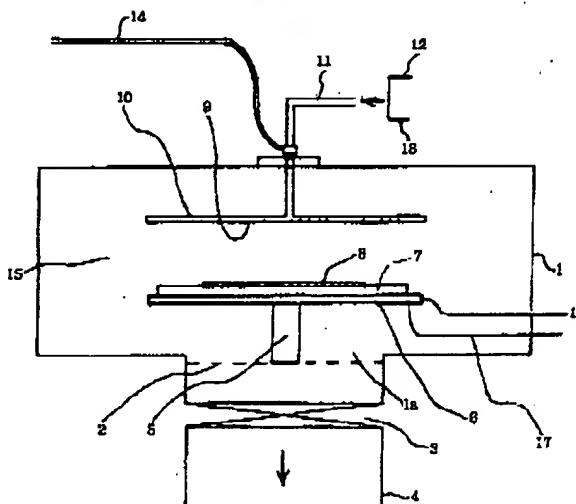
21 ガス流制御リング  
 22 ガス流制御円筒  
 23 円環状ヒーター

24 リフレクター  
 25、26 熱電対

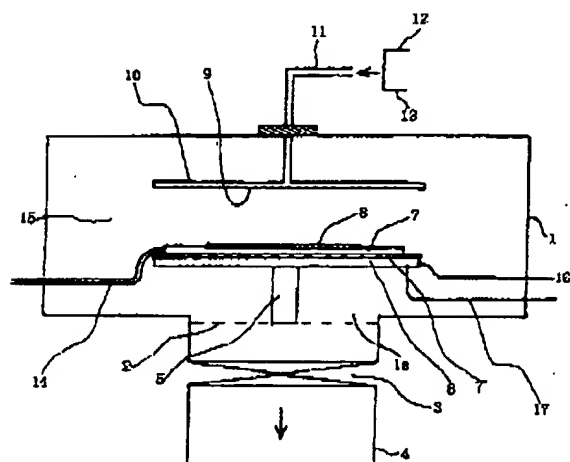
【図1】



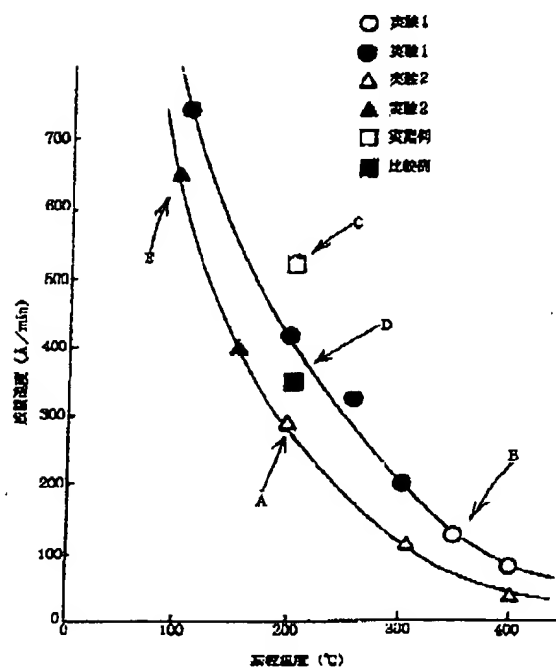
【図2】



【図3】



【図4】



(7)

特開平10-310866

フロントページの続き

(72)発明者 小西 繁

群馬県安中市磯部2丁目13番1号 信越化  
学工業株式会社精密機能材料研究所内

(72)発明者 神屋 和雄

群馬県安中市磯部2丁目13番1号 信越化  
学工業株式会社精密機能材料研究所内